

РАЗРАБОТКА НЕПРЕРЫВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ В ПРОФИЛЬНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

**М.М. Николюкин, П.С. Беляев,
М.В. Соколов, А.В. Жидков**

*ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический
университет», г. Тамбов*

Рецензент д-р техн. наук, профессор В.И. Леденев

Ключевые слова и фразы: девулканизат; длинномерные профильные заготовки; изношенные шины; резинотехнические изделия; регенерат; резиновая крошка; ультразвуковое воздействие.

Аннотация: Описаны перспективная конструкция оборудования и технология переработки резиновой крошки из отходов резинотехнических изделий и изношенных шин с применением ультразвукового воздействия, обеспечивающие получение длинномерных профильных заготовок резинотехнических изделий с заданными показателями качества.

Большинство предприятий по всему миру для обеспечения безопасности окружающей среды внедряют системы экологического менеджмента (СЭМ) на основе модели ИСО 14000 [2]. Наличие СЭМ на предприятии дает уверенность, что процессы производства и конечные продукты соответствуют требованиям экологической безопасности. Однако это только малая часть решения одной большой задачи современности.

Значительный вклад в решение вопросов по обеспечению техносферной безопасности вносит ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет». На базе университета разрабатываются новые конструкции и технологии безотходного производства, которые позволяют перерабатывать твердые бытовые отходы различного происхождения.

Николюкин Михаил Михайлович – аспирант кафедры «Переработка полимеров и упаковочное производство», e-mail: stavanger@bk.ru; Беляев Павел Серафимович – доктор технических наук, профессор кафедры «Переработка полимеров и упаковочное производство», проректор по учебно-инновационной деятельности; Соколов Михаил Владимирович – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты»; Жидков Александр Викторович – аспирант кафедры «Управление качеством и сертификация», ТамбГТУ, г. Тамбов.

Источником дешевого полимерного сырья могут быть отходы резиновых изделий, в частности изношенные шины. Переработанная резиновая крошка может использоваться для производства различных длинномерных изделий, как компонент асфальтобетонных дорожных покрытий. Также отходы изношенных шин могут выступать в качестве наполнителя в других изделиях, или могут использоваться в качестве альтернативных источников тепла.

Целью настоящей работы является получение регенерата заданного качества. Регенерат характеризуется способностью смешиваться с каучуком и другими ингредиентами, а также подвергаться повторной вулканизации. По структуре, составу и свойствам регенерат подобен резиновым смесям, используемым для изготовления новых изделий [1].

Для регенерации резины в лаборатории кафедры «Переработка полимеров и упаковочное производство» ФГБОУ ВПО «ГГТУ» разработаны конструкция и технология производства длинномерных профильных заготовок заданного качества из резиновой крошки.

В основу разработанной технологии положен непрерывный термомеханический метод, который включает в себя несколько стадий: подготовка резиновой крошки, смешивание крошки с химическими компонентами и непосредственная переработка на оборудовании.

Стадия подготовки резиновой крошки происходила вне лаборатории. Резиновая крошка закупалась на предприятии ОАО «АРТИ-Завод» г. Тамбов, которое получает ее измельчением изношенных шин.

Быстрота и равномерность набухания резины в мягчителях и нагрев ее до заданной температуры зависит от размеров крошки. Размеры крошки в несколько миллиметров (1...3 мм) позволяют получить более однородный деструктурированный материал, уменьшить содержание в регенерате недостаточно девулканизованных частиц резины и, как следствие этого, – получить более качественный регенерат [1]. В нашем случае использовалась резиновая крошка размером до 2 мм.

Стадия смешивания крошки с химическими компонентами осуществлялась при помощи Z-образного лопастного смесителя. В смеситель засыпалась крошка и добавлялась стеариновая кислота 5 масс. %. Смешивание компонентов происходило в течение одного часа при температуре внутри смесителя 120...140 °С. В результате получался однородный порошкообразный материал с равномерно распределенной стеариновой кислотой по всей массе.

Стадия непосредственной переработки на оборудовании осуществлялась двумя последовательными способами: сначала вальцевание, а затем экструзия с использованием ультразвука в формирующей головке.

Порошкообразный материал обрабатывался на вальцах при температуре 40...50 °С в течение 15 мин с целью его частичной пластикации и подготовки ленты для непрерывной загрузки в червячную машину.

Для переработки подготовленной ленты в червячной машине МЧХ-32/10 использовалась разработанная конструкция экструзионной головки с установленным в нее ультразвуковым излучателем. Ультразвуковой метод

выбран как один из самых эффективных и безопасных. Первые эксперименты с применением ультразвука показали возможность получения длинномерных изделий постоянных диаметральных размеров. Специальная вставка с ультразвуковым излучателем (УЗ) устанавливалась между цилиндром и формующей головкой для воздействия на резиновую крошку на выходе из экструдера, где развивается максимальное давление. Так как вставка устанавливалась перпендикулярно оси шнека, ультразвуковой излучатель действовал на ограниченной поверхности перерабатываемой смеси в канале с одной стороны, что в итоге приводило к нестабильным результатам, то есть степень девулканизации получаемой заготовки не постоянна по длине и радиусу экструдата. Для решения этой проблемы были внесены изменения в конструкцию с целью более равномерного воздействия ультразвуковых волн на заготовку, при этом конструкция самой червячной машины осталась без изменений. Ультразвуковой излучатель устанавливался вдоль оси шнека на выходе из формующего инструмента, за счет этого достигалось более равномерное воздействие на перерабатываемую смесь.

Установка работает следующим образом: лента, подготовленная на вальцах, загружается в загрузочный бункер, а затем захватывается тянущим валиком и подается в экструдер, червяк которого механически проталкивает и деформирует ее. Это воздействие разогревает частицы и уменьшает вязкость перерабатываемого материала. При прохождении размягченной ленты через полость экструдера она подвергается воздействию ультразвуковой энергии.

Частота волн ультразвука, воздействующих на экструдат, колеблется в диапазоне 22...22,5 кГц. Температура в экструдере также варьируется. Наиболее оптимальные температуры цилиндра экструдера, формующего элемента и на выходе экструдера, при которых получаются образцы необходимого качества, принимают значение 65...75 °С. Для равномерного охлаждения образцов на выходе экструдера используется ванна с водой, температура которой составляла 65 °С. Значение скорости вращения червяка изменяется от 5 до 10 об/мин.

Полученные с помощью описанной технологии образцы в виде длинномерного резинового жгута по результатам фотоанализа сечений длинномерных образцов резиновой смеси имеют равномерную и однородную структуру без воздушных включений, что свидетельствует о достижении бóльшей степени девулканизации.

Таким образом, разработанные технология и конструкция экструдера с формующим инструментом, укомплектованная ультразвуковыми излучателями, могут быть использованы для переработки резиновой крошки из изношенных шин в длинномерные заготовки с заданными показателями качества. Представленное оборудование рассматривается как элементы разрабатываемого агрегата, предназначенного для реализации непрерывной технологии переработки отходов резинотехнического производства и изношенных шин в изделия без необходимости традиционного использования дополнительных технологических операций.

Работа выполнена в рамках ФЦП № 14.740.11.0141 по теме «Проведение научных исследований коллективами научно-образовательных центров в области многофункционального приборостроения для промышленных систем управления».

Список литературы

1. Методология расчета и проектирования оборудования для производства длиномерных профильных резинотехнических заготовок заданного качества : монография / М.В. Соколов [и др.]. – М. : Машиностроение, 2009. – 352 с.

2. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества : учеб. пособие / С.В. Пономарев [и др.]. – М. : Стандарты и качество, 2005. – 248 с.

**Developing Continuous Technology
and Equipment for Reprocessing Rubber Crumbs
into Profile Products**

**M.M. Nikolyukin, P.C. Belyaev,
M.V. Sokolov, A.V. Zhidkov**

Tambov State Technical University, Tambov

Key words and phrases: devulcanizer; lengthy profile pieces; worn tyres; reclaim; rubber crumb; rubber products; ultrasound effect.

Abstract: The prospective equipment structure and technology for processing rubber crumbs of rubber products and waste tires using ultrasound effect for producing rubber bars of lengthy profile with the specified quality are described.

© М.М. Николукин, П.С. Беляев,
М.В. Соколов, А.В. Жидков, 2012